

日 本 国 特 許  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

TAKAHASHI et al.  
B&B.  
703-205-8000  
1163-0354P  
Sep 4. 28, 2001  
1041

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.



出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年12月14日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-380869

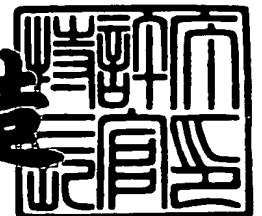
出 願 人  
Applicant(s):

三菱電機株式会社

2001年 3月 2日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3014715

【書類名】 特許願  
【整理番号】 527943JP01  
【提出日】 平成12年12月14日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 A61B 6/00  
A61N 5/00  
G06T 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社  
社内

【氏名】 高橋 修一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社  
社内

【氏名】 室井 克信

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府茨木市若園町32-1 ソフィア若園603

【氏名】 中島 義和

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100066474

【弁理士】

【氏名又は名称】 田澤 博昭

【選任した代理人】

【識別番号】 100088605

【弁理士】

【氏名又は名称】 加藤 公延

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 020640

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 放射線照射システム及びその照射ターゲット動きモニタ方法並びに照射ターゲット定位化方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 放射線を照射すべき照射ターゲットを有する物体を配置する照射ターゲット配置手段と、

上記照射ターゲットを含む照射ターゲット領域の画像を撮像する照射ターゲット画像撮像手段と、

所定の放射線照射条件に従って上記照射ターゲット領域に放射線を照射する放射線照射手段と、

上記照射ターゲット配置手段、上記照射ターゲット画像撮像手段、及び上記放射線照射手段の位置及び方向関係を計測し、これらの相対的な位置及び方向関係を算出する位置方向計測手段と、

この位置方向計測手段の算出結果と上記照射ターゲット画像撮像手段が逐次撮像した画像中の上記照射ターゲット領域を各々照合した照合結果とに基づいて、上記画像中の上記照射ターゲット領域の位置及び方向関係を求め、これを反映させた上記放射線照射条件に修正する照射条件修正手段と、

この照射条件修正手段が修正した上記放射線照射条件に基づいて上記照射ターゲット領域に対する放射線の照射を制御する制御手段と

を備えた放射線照射システム。

【請求項 2】 位置方向計測手段は、照射ターゲット配置手段、照射ターゲット画像撮像手段、及び放射線照射手段の三次元座標系における位置及び方向関係を計測することを特徴とする請求項 1 記載の放射線照射システム。

【請求項 3】 照射ターゲット画像撮像手段は、複数の異なる種類の撮像装置からなり、

照射条件修正手段は、上記複数の異なる種類の撮像装置が逐次撮像した画像のうち、同一のモダリティを有する撮像装置が撮像した画像中の照射ターゲット領域を各々照合した照合結果と位置方向計測手段の算出結果とに基づいて、上記画像中の上記照射ターゲット領域の位置及び方向関係を求めることを特徴とする請

求項 1 記載の放射線照射システム。

【請求項 4】 照射ターゲット画像撮像手段は、放射線照射条件を設定する際に使用する照射ターゲット領域の高解像度の三次元画像を撮像する高解像度画像撮像装置と、上記照射ターゲット領域の高解像度の三次元画像を放射線照射前中で撮像する実時間画像撮像装置とからなり、

照射条件修正手段は、上記高解像度画像撮像装置と上記実時間画像撮像装置とが撮像した画像中の上記照射ターゲット領域を各々照合した照合結果と位置方向計測手段の算出結果とに基づいて、上記画像中の上記照射ターゲット領域の位置及び方向関係を求め、これを反映させた上記高解像度画像撮像装置及び上記実時間画像撮像装置の画像に基づいて上記放射線照射条件を修正することを特徴とする請求項 1 記載の放射線照射システム。

【請求項 5】 放射線を照射すべき照射ターゲットを有する物体を配置する照射ターゲット配置手段と、上記照射ターゲットを含む照射ターゲット領域の画像を撮像する照射ターゲット画像撮像手段と、所定の放射線照射条件に従って放射線を照射する放射線照射手段とを備えた放射線照射システムの照射ターゲット動きモニタ方法において、

上記照射ターゲット画像撮像手段によって上記照射ターゲット領域の画像を逐次撮像する画像撮像ステップと、

上記照射ターゲット配置手段、上記照射ターゲット画像撮像手段、及び上記放射線照射手段の位置及び方向関係を計測し、これらの相対的な位置及び方向関係を算出する位置方向計測ステップと、

この位置方向計測ステップの算出結果と上記画像撮像ステップにて逐次撮像された画像の上記照射ターゲット領域を各々照合した照合結果とに基づいて、上記画像撮像ステップにて撮像された画像中の上記照射ターゲット領域の位置及び方向関係を求める照射ターゲットモニタステップと

を備えたことを特徴とする放射線照射システムの照射ターゲット動きモニタ方法。

【請求項 6】 照射ターゲットモニタステップにて、同一のモダリティを有する照射ターゲット画像撮像手段が逐次撮像した画像の照射ターゲット領域を各

々照合した照合結果と位置方向計測ステップの算出結果とに基づいて、上記画像中の上記照射ターゲット領域の位置及び方向関係を求めることを特徴とする請求項 5 記載の放射線照射システムの照射ターゲット動きモニタ方法。

【請求項 7】 放射線を照射すべき照射ターゲットを有する物体を配置する照射ターゲット配置手段と、上記照射ターゲットを含む照射ターゲット領域の画像を撮像する照射ターゲット画像撮像手段と、所定の放射線照射条件に従って放射線を照射する放射線照射手段とを備えた放射線照射システムの照射ターゲット定位化方法において、

上記照射ターゲット画像撮像手段によって上記照射ターゲット領域の画像を逐次撮像する画像撮像ステップと、

上記照射ターゲット配置手段、上記照射ターゲット画像撮像手段、及び上記放射線照射手段の位置及び方向関係を計測し、これらの相対的な位置及び方向関係を算出する位置方向計測ステップと、

上記画像撮像ステップにて逐次撮像された画像の上記照射ターゲット領域を各々照合した照合結果と上記位置方向計測ステップの算出結果に基づいて、上記画像撮像ステップにて撮像された画像中の上記照射ターゲット領域の位置及び方向関係を求め、これを上記画像に定位して上記放射線照射条件を修正するターゲット定位化ステップと

を備えたことを特徴とする放射線照射システムの照射ターゲット定位化方法。

【請求項 8】 ターゲット定位化ステップにて、同一のモダリティを有する照射ターゲット画像撮像手段が逐次撮像した照射ターゲット領域の画像を各々照合した照合結果と位置方向計測ステップの算出結果に基づいて、上記画像中の上記照射ターゲット領域の位置及び方向関係を求めることを特徴とする請求項 7 記載の放射線照射システムの照射ターゲット定位化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は腫瘍などの照射ターゲットに放射線を照射して治療する放射線照射治療に使用される放射線照射システムに係り、特に照射ターゲットの位置決め用

フレームを用いることなく、放射線照射中の照射ターゲットの位置と方向とを直接モニタして、高精度で照射ターゲットの位置及び方向関係を定位して放射線を照射することができる放射線照射システム及びその照射ターゲット動きモニタ方法並びに照射ターゲット定位化方法に関するものである。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

放射線照射治療は、患者の体内に発生した腫瘍に対して集中的に放射線を照射することにより、腫瘍を縮小、消滅することを目的とする治療法である。このような放射線照射治療を行う場合、照射ターゲットとなる腫瘍に対して集中的に適量の放射線を照射する必要がある。その一方で腫瘍周囲の健常組織に対しては、可能な限り放射線被曝を抑える必要がある。

#### 【0003】

このため、上記放射線照射治療は、照射ターゲットの腫瘍を中心として多方向から放射線照射を行うことによって上記腫瘍とともに放射線が照射される健常組織に対して過大な放射線が蓄積されることを抑制し、照射ターゲットの腫瘍のみに集中的に放射線が蓄積されるように実施される。

このように、照射ターゲットのみに集中的に精度良く効果的に放射線を照射するためには、照射ターゲットの位置及び方向関係を精度良く計測し、この計測結果から照射ターゲットと照射ヘッドとの相対的な位置及び方向関係を算出して放射線照射の可否を決定しなければならない。

具体的には、一般的に放射線照射に先立って照射ターゲットの腫瘍を含む放射線照射領域の画像データセットを撮像し、この画像データセットに基づいて照射ターゲットと照射ヘッドとの相対的な位置及び方向関係を計測し、どの方向からどれだけの量の放射線をどれだけの時間で何回照射するかを決定する放射線照射治療計画を立案し、この計画に沿って放射線照射治療が行われる。

#### 【0004】

上述のような放射線照射治療において、照射ターゲットの位置や方向を精度良く計測する手法の1つとして、照射ターゲットの腫瘍周辺にマーカを埋め込む方法が挙げられる。これはマーカと照射ヘッドとの相対的な位置及び方向関係を固

定することにより、例えば患者の姿勢変化などによって照射ターゲットの位置及び方向関係に変化が生じても、上記マーカを基準にして照射ターゲットと照射ヘッドとの位置及び方向関係を計測し、これらの相対的な位置及び方向関係を固定して放射線照射を行うものである。

しかしながら、この方法は体内にマーカを埋め込むという患者に対する侵襲性が大きいため、患者への負担を考慮すると可能な限り避けることが望まれる。

#### 【 0 0 0 5 】

そこで、患者体内にマーカを埋め込むことなく無侵襲的に行われ、照射ターゲットの位置や方向を精度良く計測することができる放射線治療法として、患者の頭部に金属などの硬質のフレームを装着し、このフレームを基準にして照射ターゲットと照射ヘッドとの位置及び方向関係を計測し、これらの相対的な位置及び方向関係を固定して放射線照射を行うものである。

#### 【 0 0 0 6 】

この方法は、頭蓋骨内に脳が位置することから頭部領域では呼吸などによる体動が少ないことを利用するもので、フレームを頭部の体表に固定して装着位置を一定に保つことで、フレームと照射ターゲットの腫瘍との相対的な位置と方向関係を、放射線を照射する間、ほぼ不動とすることが可能である。また、上記フレームを治療台に固定することやフレームに位置方向検出センサを装着することによって、フレームと照射装置（照射ヘッド）との相対的な位置及び方向関係を精度よく計測することができる。

つまり、フレームの位置及び方向関係を精度良く計測することにより、照射ターゲットの腫瘍の精度良い定位及び放射線照射を実現することができる。

#### 【 0 0 0 7 】

しかしながら、上述のように、放射線照射治療計画を立案するために、照射ターゲットの腫瘍を含む放射線照射領域の画像計測を行ってから実際の放射線照射まで、上記フレームは患者に取り付けられたままであることが多く、その間の患者への負担はかなり大きい。また、フレーム位置ずれをなくすためにある程度強固に取り付けられることから、患者に与える拘束感や圧迫感も大きい。このため、フレームを用いることなく、照射ターゲットの腫瘍の定位が行えれば、患者が



感じる治療環境を向上させることができる。

【0008】

上記のようなフレームを用いることなく、頭部領域における無侵襲な放射線照射治療を実現するものとして、特表平11-501534号公報に開示される「フレーム無し立体定位処置での反復固定法」やこの発明を利用した小林ソファモアダネック社のラジオカメラシステムが挙げられる。

【0009】

図5は上述した特表平11-501534号公報に開示される「フレーム無し立体定位処置での反復固定法」に開示された従来の放射線照射システムにおける照射ターゲットを定位する構成を概略的に示す図である。図において、51は放射線の照射ターゲットである腫瘍が存在する患者の頭部、52は上記患者が横臥する治療台、53は患者の頭部51を拘束し、治療台52に固定するヘッドリングで、従来のフレームより簡易な構成となる。54は患者の体表の位置を計測するLED（発光ダイオード）などを備えたバイトプレート、55はバイトプレート54が装着されて患者がくわえるマウスピースである。

【0010】

次に動作について説明する。

まず、患者の頭部51をヘッドリング53で拘束して治療台52に固定する。次に位置方向計測のマーカとなるバイトプレート54をマウスピース55に装着し、このマウスピース55を患者がくわえる。このバイトプレート54は放射線照射中に患者の頭部51に対してほぼ不動である。これにより、バイトプレート54と頭部51内の照射ターゲットとの相対的な位置及び方向は、ほぼ変わらないと想定される。そこで、バイトプレート54の三次元的な位置及び方向関係を計測することにより、照射ターゲットの腫瘍の位置及び方向関係を間接的に推定することができる。

また、この放射線照射システムは患者がバイトプレート54をくわえるだけで位置を再現できることから、2回目以降の放射線照射ではヘッドリング53を装着する必要がなくなり、治療における患者の負担を軽減することができる。

【0011】

## 【発明が解決しようとする課題】

従来の放射線照射システムは以上のように構成されているので、頭部領域に対する放射線照射治療には有効であるが、呼吸などの体動による影響が頭部領域に比べ大きく、照射ターゲットの位置や方向関係が変化し続ける腹部臓器内などの体幹部領域では放射線照射の精度が劣化するという課題があった。

## 【0012】

上記課題を具体的に説明する。

腹部臓器内など体幹部領域で発生した腫瘍を照射ターゲットとする放射線照射治療を行う場合、呼吸などの体動による影響が頭部領域に比べ大きく、放射線照射中も照射ターゲットの腫瘍の位置や方向関係は変化し続ける。このため、放射線照射治療計画の立案時と比べても、患者の姿勢の変化による照射ターゲットの位置や方向の変化が大きくなる。さらに、体幹部領域は頭部領域と異なってフレーム固定の際の土台となるような骨が、照射ターゲットの腫瘍領域の周辺に無いことが多く、フレームなどを体表に対して固定することが困難である。

このため、フレームなどの体表の位置を計測する治具と照射ターゲットとの相対な位置及び方向関係を不動とすることが困難であった。

## 【0013】

また、放射線照射治療を行う際に立案される放射線照射治療計画は、放射線照射直前に撮像された照射ターゲットを含む放射線照射領域の画像データセットを利用する場合もあるが、一般的には上記放射線照射治療計画の立案に先立って撮像された画像データセットを用いることが多い。

このため、放射線照射治療計画が立案されて実際に放射線が照射されるまでの時間に患者の姿勢が変化して、照射ターゲットの位置や方向関係が変化することがある。これにより、上記放射線照射治療計画と実際の放射線照射との間で放射線の照射精度に誤差が生じていた。

## 【0014】

このため、実際の放射線照射では、上記照射精度の誤差発生の危険率を考慮して、照射ターゲットの腫瘍が存在するであろう領域の周囲に、若干の余裕としてのマージンを想定して照射を行っている。これによって、照射ターゲットの腫瘍

周辺の健常組織に対して不要な放射線被爆を招くという課題もあった。

【0015】

上述したように、体幹部領域は頭部領域に比べて照射精度の誤差が大きいことから、上記放射線照射のマージンを頭部領域に比べて大きくせざるを得ない。このため、頭部領域に比べて、体幹部領域では照射ターゲット周辺の健常組織により多くの被爆を招くこととなる。

【0016】

また、特表平11-501534号公報に開示される従来の放射線照射システムでは、バイトプレート54を装着したマウスピース55を用いることによって、照射ターゲットを含む放射線照射領域の画像データセットの撮像から放射線照射までの期間に、患者の頭部51にフレームを装着する必要はなくなっているが、やはりヘッドリング53という一種のフレームを患者の頭部51に装着し、口にもマウスピース55を挿入しているため、患者への拘束感や圧迫感は避けられない。

【0017】

この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、放射線照射ターゲットの位置決め用フレームを用いることなく、放射線照射中の照射ターゲットの位置と方向関係とを直接モニタして、高精度で照射ターゲットの位置及び方向関係を定位して放射線を照射することで、患者に与える負担を軽減するとともに、頭部領域のみではなく体幹部領域も含めて精度良い放射線照射治療をすることができる放射線照射システム及びその照射ターゲット動きモニタ方法並びに照射ターゲット定位化方法を得ることを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】

この発明に係る放射線照射システムは、放射線を照射すべき照射ターゲットを有する物体を配置する照射ターゲット配置手段と、照射ターゲットを含む照射ターゲット領域の画像を撮像する照射ターゲット画像撮像手段と、所定の放射線照射条件に従って照射ターゲット領域に放射線を照射する放射線照射手段と、照射ターゲット配置手段、照射ターゲット画像撮像手段、及び放射線照射手段の位置

及び方向関係を計測し、これらの相対的な位置及び方向関係を算出する位置方向計測手段と、この位置方向計測手段の算出結果と照射ターゲット画像撮像手段が逐次撮像した画像中の照射ターゲット領域を各々照合した照合結果とに基づいて、画像中の照射ターゲット領域の位置及び方向関係を求め、これを反映させた放射線照射条件に修正する照射条件修正手段と、この照射条件修正手段が修正した放射線照射条件に基づいて照射ターゲット領域に対する放射線の照射を制御する制御手段とを備えるものである。

【 0 0 1 9 】

この発明に係る放射線照射システムは、位置方向計測手段が、照射ターゲット配置手段、照射ターゲット画像撮像手段、及び放射線照射手段の三次元座標系における位置及び方向関係を計測するものである。

【 0 0 2 0 】

この発明に係る放射線照射システムは、照射ターゲット画像撮像手段が複数の異なる種類の撮像装置からなり、照射条件修正手段が、複数の異なる種類の撮像装置が逐次撮像した画像のうち、同一のモダリティを有する撮像装置が撮像した画像中の照射ターゲット領域を各々照合した照合結果と位置方向計測手段の算出結果とに基づいて、画像中の照射ターゲット領域の位置及び方向関係を求めるものである。

【 0 0 2 1 】

この発明に係る放射線照射システムは、照射ターゲット画像撮像手段が放射線照射条件を設定する際に使用する照射ターゲット領域の高解像度の三次元画像を撮像する高解像度画像撮像装置と、照射ターゲット領域の高解像度の三次元画像を放射線照射前中で撮像する実時間画像撮像装置とからなり、照射条件修正手段が、高解像度画像撮像装置と実時間画像撮像装置とが撮像した画像中の照射ターゲット領域を各々照合した照合結果と位置方向計測手段の算出結果とに基づいて、画像中の照射ターゲット領域の位置及び方向関係を求め、これを反映させた高解像度画像撮像装置及び実時間画像撮像装置の画像に基づいて放射線照射条件を修正するものである。

【 0 0 2 2 】

この発明に係る放射線照射システムの照射ターゲット動きモニタ方法は、放射線を照射すべき照射ターゲットを有する物体を配置する照射ターゲット配置手段と、照射ターゲットを含む照射ターゲット領域の画像を撮像する照射ターゲット画像撮像手段と、所定の放射線照射条件に従って放射線を照射する放射線照射手段とを備えた放射線照射システムの照射ターゲット動きモニタ方法において、照射ターゲット画像撮像手段によって照射ターゲット領域の画像を逐次撮像する画像撮像ステップと、照射ターゲット配置手段、照射ターゲット画像撮像手段、及び放射線照射手段の位置及び方向関係を計測し、これらの相対的な位置及び方向関係を算出する位置方向計測ステップと、この位置方向計測ステップの算出結果と画像撮像ステップにて逐次撮像された画像の照射ターゲット領域を各々照合した照合結果とに基づいて、画像撮像ステップにて撮像された画像中の照射ターゲット領域の位置及び方向関係を求める照射ターゲットモニタステップとを備えるものである。

## 【 0 0 2 3 】

この発明に係る放射線照射システムの照射ターゲット動きモニタ方法は、照射ターゲットモニタステップにて、同一のモダリティを有する照射ターゲット画像撮像手段が逐次撮像した画像の照射ターゲット領域を各々照合した照合結果と位置方向計測ステップの算出結果とに基づいて、画像中の照射ターゲット領域の位置及び方向関係を求めるものである。

## 【 0 0 2 4 】

この発明に係る放射線照射システムの照射ターゲット定位化方法は、放射線を照射すべき照射ターゲットを有する物体を配置する照射ターゲット配置手段と、照射ターゲットを含む照射ターゲット領域の画像を撮像する照射ターゲット画像撮像手段と、所定の放射線照射条件に従って放射線を照射する放射線照射手段とを備えた放射線照射システムの照射ターゲット定位化方法において、照射ターゲット画像撮像手段によって照射ターゲット領域の画像を逐次撮像する画像撮像ステップと、照射ターゲット配置手段、照射ターゲット画像撮像手段、及び放射線照射手段の位置及び方向関係を計測し、これらの相対的な位置及び方向関係を算出する位置方向計測ステップと、画像撮像ステップにて逐次撮像された画像の照

射ターゲット領域を各々照合した照合結果と位置方向計測ステップの算出結果に基づいて、画像撮像ステップにて撮像された画像中の照射ターゲット領域の位置及び方向関係を求め、これを画像に定位して放射線照射条件を修正するターゲット定位化ステップとを備えるものである。

## 【 0 0 2 5 】

この発明に係る放射線照射システムの照射ターゲット定位化方法は、ターゲット定位化ステップにて、同一のモダリティを有する照射ターゲット画像撮像手段が逐次撮像した照射ターゲット領域の画像を各々照合した照合結果と位置方向計測ステップの算出結果に基づいて、画像中の照射ターゲット領域の位置及び方向関係を求めるものである。

## 【 0 0 2 6 】

## 【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の一形態を説明する。

## 実施の形態 1.

図 1 はこの発明の実施の形態 1 による放射線照射システムの構成を示す図である。図において、1 は患者 2 が横臥する治療台（照射ターゲット配置手段）で、その位置や他の構成部との方向関係に係る信号を検出する三次元位置方向センサ S 1 が設けられている。また、この治療台 1 は制御部 8 からの制御データ C 1 に基づいてその位置及び方向関係を変更することができる不図示の駆動手段を有する。2 は放射線の照射ターゲットを有する物体であって、図示の例では照射ターゲットとして腫瘍を有する患者である。本願発明において、放射線の照射ターゲットを有する物体としては上記患者のような人間に限定されるものでない。

## 【 0 0 2 7 】

3 は超音波計測装置などの照射ターゲット領域の三次元画像を高解像度で撮像する実時間画像撮像装置（照射ターゲット画像撮像手段）で、各撮像時間における画像を集合した画像データセットを取得する。また、実時間画像撮像装置 3 は、制御部 8 からの制御データ C 2 に基づいて照射ターゲット領域の画像の撮像条件を変化後の放射線照射条件で最も高解像度で撮像することができるように修正する。4 は X 線 C T（X 線コンピュータ断層撮影装置）や M R I（核磁気共鳴画

像形成装置) などの高解像度画像撮像装置 (照射ターゲット画像撮像手段) であって、照射ターゲット領域の三次元画像を高解像度で撮像する。この高解像度画像撮像装置 4 は照射ターゲット領域の画像を実時間で逐次撮像するものではなく、放射線照射における放射線照射計画 (放射線照射条件) を立案する際に使用する照射ターゲット領域を含む高解像度な断層画像を取得する。また、高解像度画像撮像装置 4 は制御部 8 からの制御データ C 3 に基づいて照射ターゲット領域の画像の撮像条件を変化後の放射線照射条件で最も高解像度で撮像することができるように修正する。

## 【 0 0 2 8 】

5 は上記放射線照射計画に沿って照射ターゲット領域に放射線を照射する放射線照射装置 (放射線照射手段) で、例えば医療用の X 線などを照射する。また、上述した実時間画像撮像装置 3 の撮像プローブ、高解像度画像撮像装置 4 の撮像ヘッド、及び放射線照射装置 5 の照射ヘッドには、治療台 1 と同様に、その位置や他の構成部との方向関係に係る信号を検出する三次元位置方向センサ S 2, S 3, S 4 がそれぞれ設けられている。また、この放射線照射装置 5 の照射ヘッドは、制御部 8 からの制御データ C 4 に基づいてその位置及び方向関係を変更することができる不図示の駆動手段を有する。

## 【 0 0 2 9 】

6 は位置方向計測部 (位置方向計測手段) であって、治療台 1、実時間画像撮像装置 3 の撮像プローブ、高解像度画像撮像装置 4 の撮像ヘッド、放射線照射装置 5 の照射ヘッドに設けた三次元位置方向センサ S 1 ~ S 4 から各々の位置及び方向関係を示す検出信号 M 1 ~ M 4 を受信して、これら検出信号 M 1 ~ M 4 に基づいて、治療台 1、実時間画像撮像装置 3 の撮像プローブ、高解像度画像撮像装置 4 の撮像ヘッド、放射線照射装置 5 の照射ヘッドの相対的な位置及び方向関係を算出する。7 はデータ処理部 (照射条件修正手段) であって、位置方向計測部 6 による算出結果や実時間画像撮像装置 3 及び高解像度画像撮像装置 4 が撮像した画像に基づいて実時間画像撮像装置 3 や高解像度画像撮像装置 4 が撮像した画像中の照射ターゲット領域の作業計測空間における位置及び方向関係を求め、これを放射線照射計画に反映させる修正データを生成する。8 はデータ処理部 7 か

らの修正データに基づいて放射線照射計画を修正する制御データC1～C4を治療台1、実時間画像撮像装置3、高解像度画像撮像装置4、放射線照射装置5に出力する制御部（制御手段）である。S1～S4は治療台1、実時間画像撮像装置3の撮像プローブ、高解像度画像撮像装置4の撮像ヘッド、放射線照射装置5の照射ヘッドに設けた三次元位置方向センサ（位置方向計測手段）であって、赤外線、超音波、磁気を用いたセンサが考えられる。

#### 【0030】

また、この実施の形態1による放射線照射システムでは、本システムを含み治療台1上のある一点に三次元直交座標系の原点を想定した作業計測空間において各構成装置の位置や方向関係を規定する。即ち、放射線照射装置5による照射ターゲット領域に対する放射線の照射、実時間画像撮像装置3や高解像度画像撮像装置4による照射ターゲット領域の画像データセットの撮像、撮像された画像データセットの画像データ間での重畳や照合、これら画像データセットと放射線照射装置5が照射する放射線ビームとの相互関係の抽出及びそれを相互に反映させる操作、照射ターゲットの動きモニタ、及び照射ターゲットの位置や方向関係の定位操作は、全て上記作業計測空間内で行われると考える。

#### 【0031】

図2は実施の形態1による放射線照射システムの撮像装置が撮像した画像データセットの処理を説明する説明図である。図において、H0、H1は高解像度画像撮像装置4が撮像した照射ターゲット領域を含む画像、R0～Rnは実時間画像撮像装置3が撮像した照射ターゲット領域を含む画像である。この実施の形態1では、従来のように患者2全体やその体表の動きを追跡することで照射ターゲット領域の位置や方向関係を規定するのではなく、各撮像装置3、4が撮像した照射ターゲット領域を含む画像から、照射ターゲットの動きを追跡モニタしてその位置や方向関係を定位する。また、作業計測空間内での画像データセットの重畳については実施手順に沿って順次行っていくが、画像データセット間での照射ターゲット領域の照合については、図に示すように、同一モダリティを有する撮像装置で撮像されたものの間でのみ行うものとする。

#### 【0032】



具体的に説明すると、モダリティが異なると撮像される物理パラメータが異なるため、同一領域を撮像したとしても異なるモダリティの画像データセット間において各画像データに撮像された領域の照合を行うと、一般に画像データから抽出した領域の境界の同一性がとれない場合がある。そこで、この実施の形態 1 による放射線照射システムでは、画像データセットの各画像データ間の照合を同一モダリティにより撮像されたものの間でのみ行うようにしている。このため、異なるモダリティ間における上記抽出領域の境界の同一性を考慮する必要がない。

#### 【 0 0 3 3 】

次に動作について説明する。

図 3 及び図 4 は実施の形態 1 による放射線照射システムの動作を示すフロー図であり、これらフロー図に沿って動作の説明を行う。

先ず、実際の放射線照射に先立って、放射線照射計画を立案するために、照射ターゲットである腫瘍を含む領域（照射ターゲット領域）が高解像度画像撮像装置 4 によって撮像される。具体的には、治療台 1 に患者 2 が横臥した際に、治療台 1 上に患者 2 の頭と足の先に簡単なマーキングを行う。そして、横臥した患者 2 の体内に位置する腫瘍を含む周辺領域を高解像度画像撮像装置 4 が撮像し、三次元の画像データセットを取得する。この画像データセットを高解像度画像 H 0 とする（ステップ S T 1、画像撮像ステップ）。

#### 【 0 0 3 4 】

この撮像の際に、高解像度画像撮像装置 4 の撮像ヘッドの位置と傾きとを検出信号 M 3 として三次元位置方向センサ S 3 が取得し治療台 1 の位置と傾きとを検出信号 M 1 として三次元位置方向センサ S 1 が取得する（ステップ S T 1 a）。

これらの検出信号 M 1，M 3 は三次元位置方向センサ S 1，S 3 から位置方向計測部 6 に出力され、検出信号 M 1，M 3 に基づいて治療台 1 に対する高解像度画像撮像装置 4 の撮像ヘッドの相対的な位置と方向関係とが算出される（ステップ S T 2、位置方向計測ステップ）。

#### 【 0 0 3 5 】

上記演算を具体的に説明すると、一般的に高解像度画像撮像装置 4 の撮像ヘッドの位置や方向が特定されれば、高解像度画像撮像装置 4 に撮像された画像内に

おける撮像対象物の位置や方向関係を特定することができる（つまり、高解像度画像撮像装置４の撮像ヘッドと撮像された画像内の撮像対象物との相対的な位置と傾きとは、一般に既知である）。

そこで、上記既知の相対的な位置及び傾きと上記検出信号M１，M３とを用いることで、位置方向計測部６は治療台１上の一点を原点とする作業計測空間内の三次元座標系における高解像度画像H０中の照射ターゲット領域の位置と方向関係を算出することができる。

#### 【 0 0 3 6 】

続いて、実際の放射線照射に先立って、放射線照射計画を高解像度画像撮像装置４が撮像した高解像度画像H０に基づいて立案する。

先ず、データ処理部７が高解像度画像H０から照射ターゲット領域を抽出する（ステップST３、位置方向計測ステップ）。この抽出方法としては、高解像度画像H０を構成するボクセルの輝度値及び輝度値の勾配に基づくものや、Y. Sato等による”Tissue Classification Based on 3D Local Intensity Structure for Volume Rendering”，IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol. 6, No. 2, pp. 160-180, 2000に開示される高解像度画像H０を構成するボクセルの輝度値及び輝度値の勾配などのパラメータの分布に基づくものなどが考えられる。

上記のようにして抽出された照射ターゲット領域は、その作業計測空間内における位置と方向関係とがデータ処理部７によって算出される。

#### 【 0 0 3 7 】

ステップST３において抽出された照射ターゲット領域に基づいて、照射ターゲットである腫瘍を含む領域に対する放射線の照射方向、放射線ビームの径、照射量、照射時間、照射回数などが医師により熟慮され決定され、放射線照射計画が立案される（ステップST４）。ここで、放射線照射計画は高解像度画像H０に基づいて立案されることから、その内容は高解像度画像H０に反映される。

#### 【 0 0 3 8 】

放射線照射計画の立案後で放射線照射直前に、ステップ S T 1 で患者 2 の頭や足に付したマーカを目安として位置合わせを行い、患者 2 を治療台 1 上に再度横臥させる。このあと、高解像度画像撮像装置 4 を用いて照射ターゲットの腫瘍に加えてその周辺領域の撮像を再び行う（ステップ S T 5、画像撮像ステップ）。このとき得られる三次元の画像データセットを高解像度画像 H 1 とする。

## 【 0 0 3 9 】

この際併せて、実時間画像撮像装置 3 の撮像プローブを照射ターゲットの腫瘍領域近辺の体表上に装着して、実時間画像撮像装置 3 によって上記照射ターゲットの腫瘍及びその周辺領域を撮像する（ステップ S T 5 a、画像撮像ステップ）。このとき得られる三次元画像データセットを実時間画像 R 0 とする。また、この実時間画像 R 0 が撮像された時刻を  $t_0$  と規定する。

## 【 0 0 4 0 】

この際さらに併せて、実時間画像撮像装置 3 の撮像プローブの位置と傾きとを三次元位置方向センサ S 2 が検出信号 M 2 として取得し、高解像度画像撮像装置 4 の撮像ヘッドの位置と傾きとを三次元位置方向センサ S 3 が検出信号 M 3 として取得し、治療台 1 の位置と傾きとを三次元位置方向センサ S 1 が検出信号 M 1 として取得する（ステップ S T 5 b、位置方向計測ステップ）。

これら検出信号 M 1, M 2, M 3 は三次元位置方向センサ S 1, S 2, S 3 から位置方向計測部 6 に出力され、検出信号 M 1, M 2, M 3 に基づいて治療台 1 に対する実時間画像撮像装置 3 の撮像プローブと高解像度画像撮像装置 4 の撮像ヘッドとの相対的な位置と方向関係とが算出される（ステップ S T 6、位置方向計測ステップ）。

## 【 0 0 4 1 】

上記演算を具体的に説明すると、一般的に実時間画像撮像装置 3 の撮像プローブの位置や方向が特定されれば、実時間画像撮像装置 3 に撮像された画像内における撮像対象物の位置や方向関係を特定することができる（つまり、実時間画像撮像装置 3 の撮像プローブと撮像された画像内の撮像対象物との相対的な位置と傾きとは、一般に既知である）。

そこで、上記既知の相対的な位置及び傾きと上記検出信号 M 1, M 2, M 3 と

を用いることで、位置方向計測部 6 は治療台 1 上の一点を原点とする作業計測空間内の三次元座標系における高解像度画像 H 1 中の照射ターゲット領域の位置及び方向関係とともに、実時間画像 R 1 中の照射ターゲット領域の位置及び方向関係を算出することができる。

#### 【 0 0 4 2 】

次に、ステップ S T 2 とステップ S T 6 との算出結果に基づいて、高解像度画像 H 0 と高解像度画像 H 1 とが作業計測空間内において重畳される。このとき、上記高解像度画像 H 0 及び高解像度画像 H 1 による画像データセットは、それぞれの撮像した時刻の違いから撮像間隔における患者 2 の姿勢変化に起因して、通常は一致せずある程度のずれを持つ。そこで、データ処理部 7 が上記画像データセット内の画像データ間で照射ターゲット領域の照合を行う。

#### 【 0 0 4 3 】

この照合の手法としては、ステップ S T 3 と同様に、高解像度画像 H 1 から抽出した照射ターゲット領域と高解像度画像 H 0 から抽出した照射ターゲット領域とを比較して照合するものや、F. Maes 等による "Comparative evaluation of multiresolution optimization strategies for multimodality image registration by maximization of mutual information", Medical Image Analysis Vol. 3, No. 4, pp. 373-386, 1999 に開示される上記画像データセット間での mutual information を最大にするように照合するものが考えられる。

この照合の結果、データ処理部 7 が上記二つの画像データセット間での対応関係を算出して、ステップ S T 4 における放射線照射計画の立案時からの放射線照射条件の変化を反映する変換関数を求める。以上の操作がステップ S T 7 に相当する。また、上記処理の対象となる画像データセットは高解像度画像撮像装置 4 による高解像度画像であるので、高精度での処理結果を期待することができる。

#### 【 0 0 4 4 】

次に、ステップ S T 7 で求めた変換関数に基づいて、制御部 8 が先に立案され

た放射線照射計画における照射ターゲット領域、照射想定領域や照射方向に対する座標変換、若しくは、照射量の修正などを行って、放射線照射計画の内容を高解像度画像H1に反映する（ステップST8）。具体的に説明すると、データ処理部7によって求められた変換関数を制御部8が取得すると、この変換関数に沿った修正内容を満たすように、各構成部に制御信号を出力する。これにより、放射線照射計画をより現実 to 即したものとすることができる。

## 【0045】

このあと、ステップST6で算出された治療台1に対する実時間画像撮像装置3の撮像プローブと高解像度画像撮像装置4の撮像ヘッドとの相対的な位置及び方向関係に基づいて、データ処理部7が放射線照射計画の内容が反映された高解像度画像H1と実時間画像R0とを作業計測空間内において重畳する（ステップST9）。これによって実時間画像R0に新たな放射線照射計画が反映される。

## 【0046】

ここで、実時間画像R0と高解像度画像H1とは異なるモダリティにより撮像されているがほぼ同時刻に撮像されることから、上記画像から抽出した照射ターゲット領域の境界の同一性を考慮することなく、それらの撮像時における各構成部の位置及び方向関係の計測結果に基づいて作業計測空間内に重畳することができる。このとき、実時間画像R0及び高解像度画像H1にそれぞれ撮像された照射ターゲット領域において、作業計測空間内の同一座標に位置に相当する照射ターゲット領域画像のボクセルが、それぞれの画像に撮像された照射ターゲット領域の同一部位に対応することになる。

## 【0047】

また、ステップST8の操作によって、医師によって明確に抽出・決定された高解像度画像H0の照射ターゲット領域における照射条件に係る情報が、高解像度画像H1に反映されており、高解像度画像H1において照射ターゲット領域とされているボクセルに対応する実時間画像R0上のボクセルが、上記ステップST9の操作によって照射ターゲット領域とすることができる。つまり、実時間画像R0と高解像度画像H1とを介して、実時間画像R0に対して放射線照射計画の内容を反映している。

## 【 0 0 4 8 】

上述のようにして放射線照射計画を修正したあと、患者 2 を治療台 1 上に横臥させたまま、放射線照射を開始する。

このとき、実時間画像  $R_0$  に撮像した照射ターゲットの腫瘍及びその周辺領域を、実時間画像撮像装置 3 によって引き続き撮像する（ステップ  $ST10$ 、画像撮像ステップ）。ここで、放射線照射中の実時間での時刻  $t_n$ 、（ $n = 1, 2, 3, \dots$ ）において、実時間画像撮像装置 3 に撮像される同領域の画像データセットを実時間画像  $R_n$  とする。

## 【 0 0 4 9 】

この際併せて、実時間画像撮像装置 3 の撮像プローブの位置と傾きとを三次元位置方向センサ  $S_2$  が検出信号  $M_2$  として取得し、放射線照射装置 5 の照射ヘッドの位置と傾きとを三次元位置方向センサ  $S_4$  が検出信号  $M_4$  として取得し、治療台 1 の位置と傾きとを三次元位置方向センサ  $S_1$  が検出信号  $M_1$  として取得する（ステップ  $ST10a$ 、位置方向計測ステップ）。

これら検出信号  $M_1, M_2, M_4$  は三次元位置方向センサ  $S_1, S_2, S_4$  から位置方向計測部 6 に出力され、検出信号  $M_1, M_2, M_4$  に基づいて治療台 1 に対する実時間画像撮像装置 3 の撮像プローブと放射線照射装置 5 の撮像ヘッドとの相対的な位置と方向関係とが算出される（ステップ  $ST11a$ 、位置方向計測ステップ）。

## 【 0 0 5 0 】

上記演算を具体的に説明すると、一般的に放射線照射装置 5 の照射ヘッドの位置や方向が特定されれば、照射ヘッドから照射される放射線ビームが作業計測空間内をどの位置からどの方向に進むかを特定することができる（つまり、放射線照射装置 5 の照射ヘッドと放射線ビームとの相対的な位置と傾きとは、一般に既知である）。

そこで、上記既知の相対的な位置及び傾きと上記検出信号  $M_1, M_2, M_4$  とを用いることで、位置方向計測部 6 は治療台 1 上の一点を原点とする作業計測空間内の三次元座標系における実時間画像  $R_n$  の位置と方向とに併せて、作業計測空間内での放射線ビームの始点位置と照射方向とを算出する。

## 【0051】

次に、データ処理部7が実時間画像R0と実時間画像Rnとを照合する。この照合の手法としてはステップST7と同様のものが考えられる。このようにして、実時間画像R0と実時間画像Rnとを照合した結果に基づいて、実時間画像Rnにおいて実時間画像R0に撮像されている照射ターゲット領域に対応する部分の同定を行って、実時間画像Rnから照射ターゲットの腫瘍及びその周辺領域を抽出し作業計測空間内の三次元座標系における位置と方向関係とを算出する（ステップST11、照射ターゲットモニタステップ）。

## 【0052】

以上のようにして、この実施の形態1による放射線照射システムでは、従来のように患者2にフレームを取り付けることなく、患者2の体に侵襲することなくして、放射線照射システムを構成する装置、画像データセット、画像データセットから抽出され照射ターゲットと見なされる領域、及び放射線ビームの作業計測空間内における始点位置と照射方向とが全て算出され、作業計測空間内の三次元座標系に重畳することができ、放射線照射中においても照射ターゲットである腫瘍の動きをモニタすることができる。

## 【0053】

ステップST11において実時間画像Rnから照射ターゲットの腫瘍及びその周辺領域の位置と方向関係が算出されると、さらにデータ処理部7は放射線ビームに対する照射ターゲットの腫瘍の三次元座標系における位置及び方向関係を算出し、放射線ビームに対する照射ターゲットの腫瘍の動きをモニタする。

## 【0054】

このとき、データ処理部7は算出した照射ターゲットの腫瘍の位置や方向関係から放射線照射計画で想定された領域内に照射ターゲットの腫瘍が存在するか否かの判定を行って放射線照射の可否を決定する（ステップST12、ターゲット定位化ステップ）。

## 【0055】

ステップST12において、照射ターゲットの腫瘍が想定領域内に存在しない場合、データ処理部7が、照射ターゲットの腫瘍が想定領域内に入るように修正

信号を制御部 8 に出力するか、若しくは、何もしないでステップ S T 1 1 に戻って再び実時間画像 R 0 と実時間画像 R n とを照合して照射ターゲット領域の抽出を行う（ステップ S T 1 3）。データ処理部 7 が上記修正信号を制御部 8 に出力した場合、この修正信号に基づいて制御部 8 が制御信号を各装置に出力して放射線照射装置 5 の照射ヘッド若しくは治療台 1 の位置や方向関係を変更する。

このようにして、ステップ S T 1 3 では、照射ヘッド若しくは治療台 1 の位置や方向関係を変更するか、若しくは、自然に、照射ターゲットの腫瘍が想定領域内に入ってくるまで待機する。

#### 【 0 0 5 6 】

ステップ S T 1 2 において、照射ターゲットの腫瘍が想定領域内に存在する場合、放射線ビームに対する照射ターゲットの腫瘍の位置及び方向関係に基づいて、データ処理部 7 が放射線の照射量を算出し、この算出結果を受けた制御部 8 が放射線照射装置 5 を制御して照射ターゲットの腫瘍に向かって放射線を照射する（ステップ S T 1 4）。

#### 【 0 0 5 7 】

上記放射線を照射している間、データ処理部 7 は照射量や照射時間などから照射総量を算出しており、これが想定値に到達すると照射終了を示す信号を制御部 8 に送信する。この信号を受けると、制御部 8 は直ちに放射線照射装置 5 による放射線照射を終了させる。また、想定量に到達しない場合は、再びステップ S T 1 0 からの処理を行って、放射線照射を継続する（ステップ S T 1 5）。

#### 【 0 0 5 8 】

ここで、実施の形態 1 による放射線照射システムの構成要素の配置法について考察する。

実時間画像撮像装置 3 の撮像プローブの体表上への装着方法としては、技術者の人手による固定、及び患者 2 の体表をまたぐアーチなどにぶら下げた形での固定などが考えられる。前者の場合において撮像中に上記撮像プローブが大きく動いたとしても、実施の形態 1 による放射線照射システムでは、三次元位置方向センサ S 1, S 2 の検出信号 M 1, M 2 により、作業計測空間内での上記撮像プローブの位置及び方向関係が支障なく算出することができる。一方、後者の場合に



においてアーチが治療台 1 に固定されていなくとも、同様にして上記撮像プローブの位置及び方向関係を算出することができる。

【 0 0 5 9 】

また、治療台 1、高解像度画像撮像装置 4、放射線照射装置 5 の配置としては、これらの三者が固定されている場合と、後の二者が固定されていて治療台が回転したり移動したりすることによってそれぞれの撮像可能領域と照射可能領域との間で治療台 1 が位置を変えることができる場合が考えられる。

前者の場合、高解像度画像撮像装置 4 と放射線照射装置 5 との二者は作業中に干渉し合わないよう配置しなければならない。しかしながら、実際の放射線照射治療の現場の状況を考えると、後者のように治療台 1 が位置を変えて高解像度画像撮像装置 4 と放射線照射装置 5 との作業中の干渉を避ける場合の方が一般的であると考えられる。この場合、実空間内で高解像度画像撮像装置 4 と放射線照射装置 5 とは干渉し合わないよう配置しても、作業計測空間内において見かけ上重なり合うように位置する。

【 0 0 6 0 】

以上のように、この実施の形態 1 によれば、患者 2 にフレームを取り付けることなく、患者 2 の体に侵襲することなくして、照射ターゲット領域を撮像した画像データセットを作業計測空間内に重畳、照合し、照射ターゲットの動きをモニタして、その位置や方向関係を定位することによって、不要な領域に対する被爆を軽減し、所望の照射ターゲットに対してより集中的に高強度の放射線の照射を行うことができる。

【 0 0 6 1 】

また、この実施の形態 1 によれば、治療台 1、実時間画像撮像装置 3、高解像度画像撮像装置 4、及び放射線照射装置 5 の作業計測空間内の三次元座標系における位置及び方向関係を計測するので、これらの計測結果を利用することによって各構成部の作業計測空間内の三次元座標系における正確な位置及び方向関係を知ることができ、照射ターゲットに的確に放射線を照射することができる。

【 0 0 6 2 】

さらに、この実施の形態 1 によれば、データ処理部 7 が同一のモダリティを有

する撮像装置が撮像した画像中の照射ターゲット領域を各々照合した照合結果を用いて、画像中の照射ターゲット領域の位置及び方向関係を求めるので、異なるモダリティを有する撮像装置の画像間で照射ターゲット領域を照合する際に問題となる境界条件の同一性を考慮する必要がなく、画像中の照射ターゲット領域の正確な照合を行うことができる。

#### 【 0 0 6 3 】

なお、上記実施の形態では、本願発明の放射線照射システムを放射線照射治療に適用した例を示したが、本願発明は上記適用分野に限定されるものではない。また、本願発明の照射ターゲット動きモニタ法や照射ターゲット定位化法は、照射ターゲットに対する操作を概念化したものであり、医療方法を示すものではない。

#### 【 0 0 6 4 】

##### 【発明の効果】

以上のように、この発明によれば、放射線を照射すべき照射ターゲットを有する物体を配置する照射ターゲット配置手段と、照射ターゲットを含む照射ターゲット領域の画像を撮像する照射ターゲット画像撮像手段と、所定の放射線照射条件に従って照射ターゲット領域に放射線を照射する放射線照射手段と、照射ターゲット配置手段、照射ターゲット画像撮像手段、及び放射線照射手段の位置及び方向関係を計測し、これらの相対的な位置及び方向関係を算出する位置方向計測手段と、この位置方向計測手段の算出結果と照射ターゲット画像撮像手段が逐次撮像した画像中の照射ターゲット領域を各々照合した照合結果とに基づいて、画像中の照射ターゲット領域の位置及び方向関係を求め、これを反映させた放射線照射条件に修正する照射条件修正手段と、この照射条件修正手段が修正した放射線照射条件に基づいて照射ターゲット領域に対する放射線の照射を制御する制御手段とを備えるので、所望の照射ターゲットの位置や方向関係が経時変化しても、その動きをモニタしながら上記変化分を反映させた放射線照射条件に修正することができ、不要な領域に対する被爆が軽減され、所望の照射ターゲットに対してより集中的に高強度の放射線の照射を行うことができるという効果がある。

#### 【 0 0 6 5 】

この発明によれば、位置方向計測手段が、照射ターゲット配置手段、照射ターゲット画像撮像手段、及び放射線照射手段の三次元座標系における位置及び方向関係を計測するので、計測結果を利用することによって各構成部の三次元座標系における正確な位置及び方向関係を知ることができ、照射ターゲットに的確に放射線を照射することができるという効果がある。

## 【 0 0 6 6 】

この発明によれば、照射ターゲット画像撮像手段が複数の異なる種類の撮像装置からなり、照射条件修正手段が、複数の異なる種類の撮像装置が逐次撮像した画像のうち、同一のモダリティを有する撮像装置が撮像した画像中の照射ターゲット領域を各々照合した照合結果と位置方向計測手段の算出結果とに基づいて、画像中の照射ターゲット領域の位置及び方向関係を求めるので、異なるモダリティを有する撮像装置の画像間で照射ターゲット領域を照合する際に問題となる境界条件の同一性を考慮する必要がなく、画像中の照射ターゲット領域の正確な照合を行う放射線照射システムを提供することができるという効果がある。

## 【 0 0 6 7 】

この発明によれば、照射ターゲット画像撮像手段が放射線照射条件を設定する際に使用する照射ターゲット領域の高解像度の三次元画像を撮像する高解像度画像撮像装置と、照射ターゲット領域の高解像度の三次元画像を放射線照射前中で撮像する実時間画像撮像装置とからなり、照射条件修正手段が、高解像度画像撮像装置と実時間画像撮像装置とが撮像した画像中の照射ターゲット領域を各々照合した照合結果と位置方向計測手段の算出結果とに基づいて、画像中の照射ターゲット領域の位置及び方向関係を求め、これを反映させた高解像度画像撮像装置及び実時間画像撮像装置の画像に基づいて放射線照射条件を修正するので、高解像度三次元画像を用いて放射線照射条件を設定することから正確に照射ターゲット領域を把握することができるという効果がある。また、高解像度画像撮像装置と実時間画像撮像装置との間では画像照合を行わないことから、異なるモダリティを有する高解像度画像撮像装置と実時間画像撮像装置との画像間で照射ターゲット領域を照合する際に問題となる境界条件の同一性を考慮する必要がなく、画像中の照射ターゲット領域の正確な照合を行う放射線照射システムを提供するこ

とができるという効果がある。

【 0 0 6 8 】

この発明によれば、放射線を照射すべき照射ターゲットを有する物体を配置する照射ターゲット配置手段と、照射ターゲットを含む照射ターゲット領域の画像を撮像する照射ターゲット画像撮像手段と、所定の放射線照射条件に従って放射線を照射する放射線照射手段とを備えた放射線照射システムの照射ターゲット動きモニタ方法において、照射ターゲット画像撮像手段によって照射ターゲット領域の画像を逐次撮像する画像撮像ステップと、照射ターゲット配置手段、照射ターゲット画像撮像手段、及び放射線照射手段の位置及び方向関係を計測し、これらの相対的な位置及び方向関係を算出する位置方向計測ステップと、この位置方向計測ステップの算出結果と画像撮像ステップにて逐次撮像された画像の照射ターゲット領域を各々照合した照合結果とに基づいて、画像撮像ステップにて撮像された画像中の照射ターゲット領域の位置及び方向関係を求める照射ターゲットモニタステップとを備えるので、照射ターゲット領域の位置及び方向関係を画像撮像時間ごとに正確に把握することができるという効果がある。

【 0 0 6 9 】

この発明によれば、照射ターゲットモニタステップにて、同一のモダリティを有する照射ターゲット画像撮像手段が逐次撮像した画像の照射ターゲット領域を各々照合した照合結果と位置方向計測ステップの算出結果とに基づいて、画像中の照射ターゲット領域の位置及び方向関係を求めるので、異なるモダリティを有する撮像装置の画像間で照射ターゲット領域を照合する際に問題となる境界条件の同一性を考慮する必要がなく、画像中の照射ターゲット領域の正確な照合を行うことができるという効果がある。

【 0 0 7 0 】

この発明によれば、放射線を照射すべき照射ターゲットを有する物体を配置する照射ターゲット配置手段と、照射ターゲットを含む照射ターゲット領域の画像を撮像する照射ターゲット画像撮像手段と、所定の放射線照射条件に従って放射線を照射する放射線照射手段とを備えた放射線照射システムの照射ターゲット定位化方法において、照射ターゲット画像撮像手段によって照射ターゲット領域の

画像を逐次撮像する画像撮像ステップと、照射ターゲット配置手段、照射ターゲット画像撮像手段、及び放射線照射手段の位置及び方向関係を計測し、これらの相対的な位置及び方向関係を算出する位置方向計測ステップと、画像撮像ステップにて逐次撮像された画像の照射ターゲット領域を各々照合した照合結果と位置方向計測ステップの算出結果に基づいて、画像撮像ステップにて撮像された画像中の照射ターゲット領域の位置及び方向関係を求め、これを画像に定位して放射線照射条件を修正するターゲット定位化ステップとを備えるので、画像撮像時間ごとに正確に把握した照射ターゲット領域の位置及び方向関係をもとに放射線照射条件を適宜修正することができ、所望の照射ターゲットに対してより集中的に高強度の放射線の照射を行うことができるという効果がある。

【 0 0 7 1 】

この発明によれば、ターゲット定位化ステップにて、同一のモダリティを有する照射ターゲット画像撮像手段が逐次撮像した照射ターゲット領域の画像を各々照合した照合結果と位置方向計測ステップの算出結果に基づいて、画像中の照射ターゲット領域の位置及び方向関係を求めるので、異なるモダリティを有する撮像装置の画像間で照射ターゲット領域を照合する際に問題となる境界条件の同一性を考慮する必要がなく、画像中の照射ターゲット領域の正確な照合を行うことができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施の形態 1 による放射線照射システムの構成を示す図である。

【図 2】 実施の形態 1 による放射線照射システムの撮像装置が撮像した画像データセットの処理を説明する説明図である。

【図 3】 実施の形態 1 による放射線照射システムの動作を示すフロー図である。

【図 4】 実施の形態 1 による放射線照射システムの図 3 以降の動作を示すフロー図である。

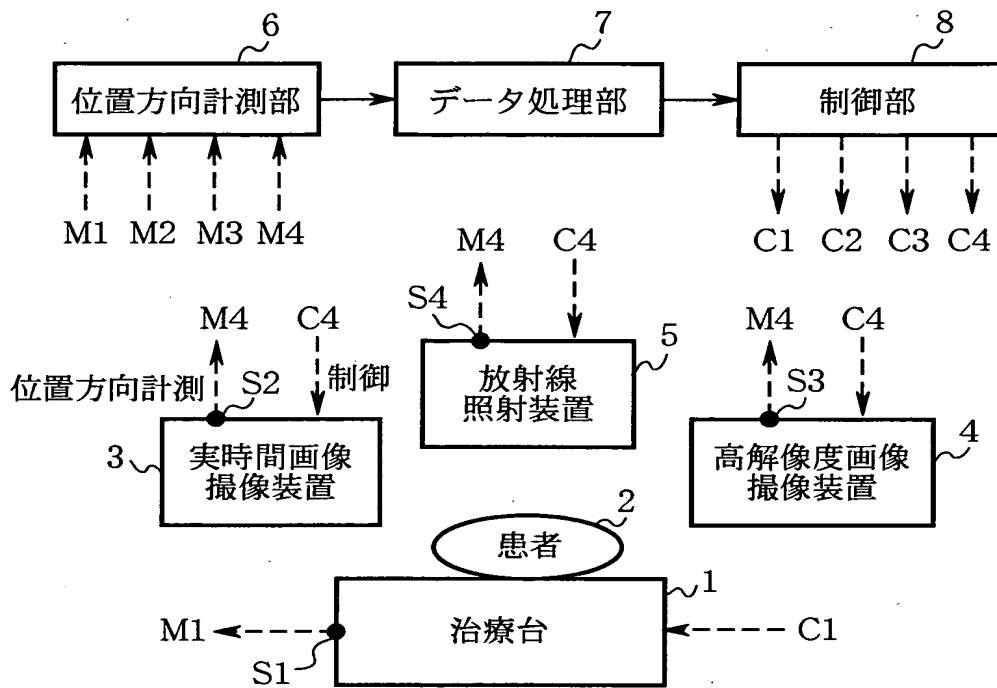
【図 5】 従来の放射線照射システムにおける照射ターゲットを定位する構成を概略的に示す図である。

【符号の説明】

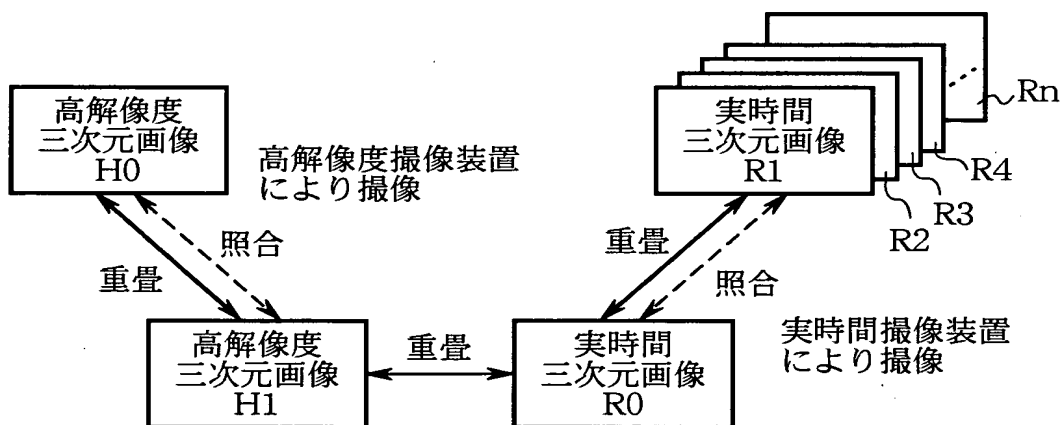
1 治療台（照射ターゲット配置手段）、2 患者（物体）、3 実時間画像撮像装置（照射ターゲット画像撮像手段）、4 高解像度画像撮像装置（照射ターゲット画像撮像手段）、5 放射線照射装置（放射線照射手段）、6 位置方向計測部（位置方向計測手段）、7 データ処理部（照射条件修正手段）、8 制御部（制御手段）、H 0, H 1 画像、R 0 ~ R n 画像、S 1 ~ S 4 三次元位置方向センサ（位置方向計測手段）。

【書類名】 図面

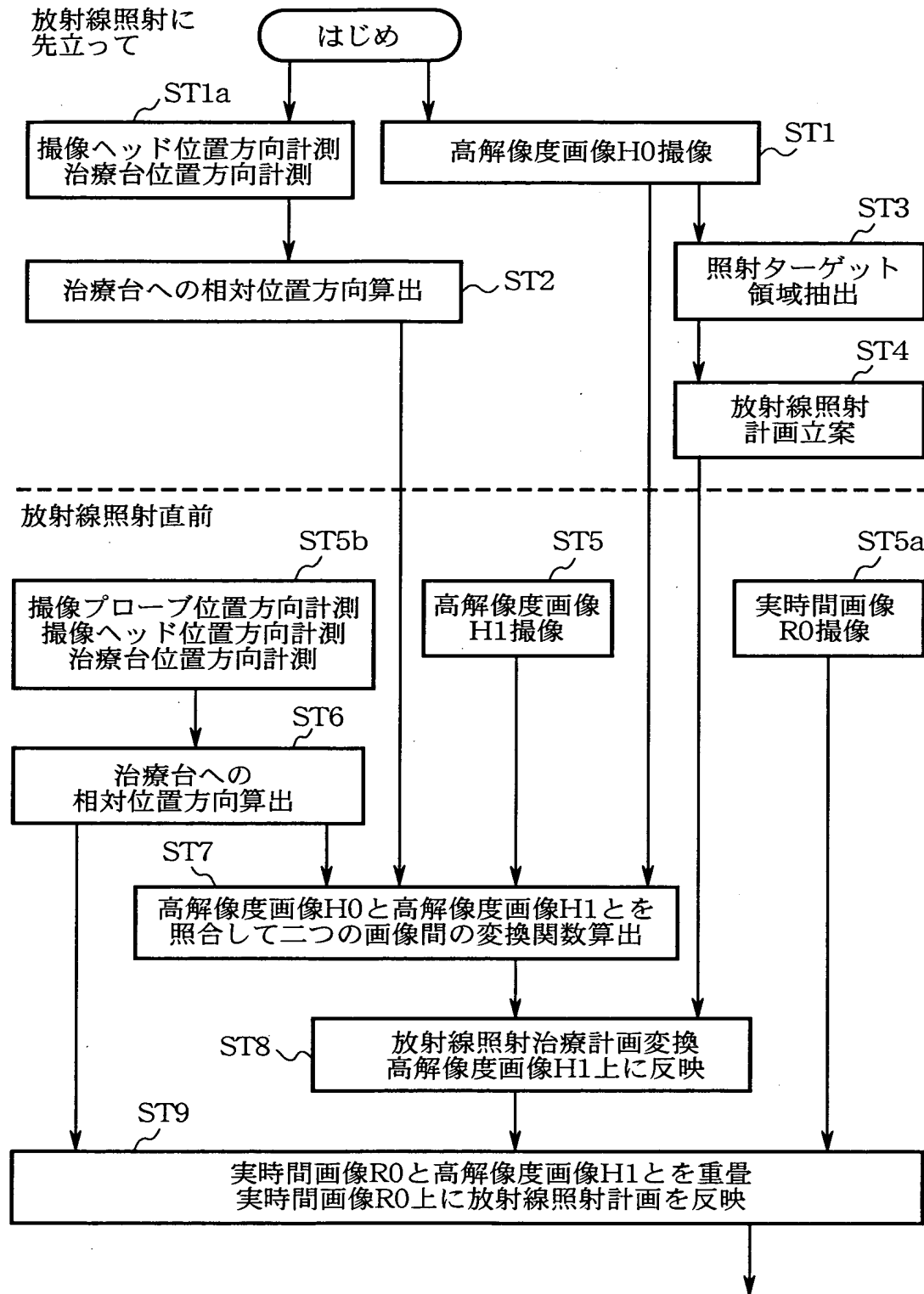
【図 1】



【図 2】

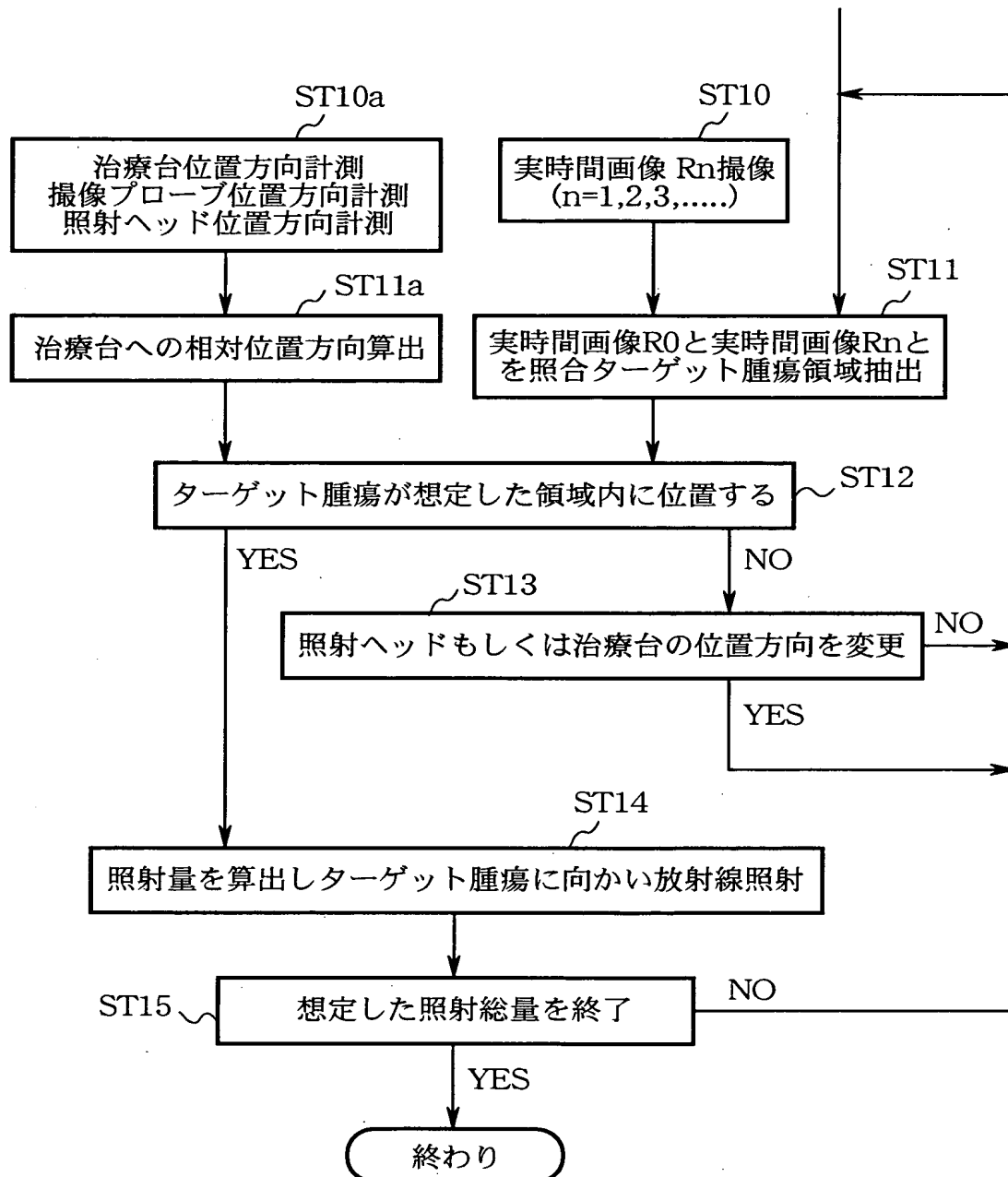


【図3】

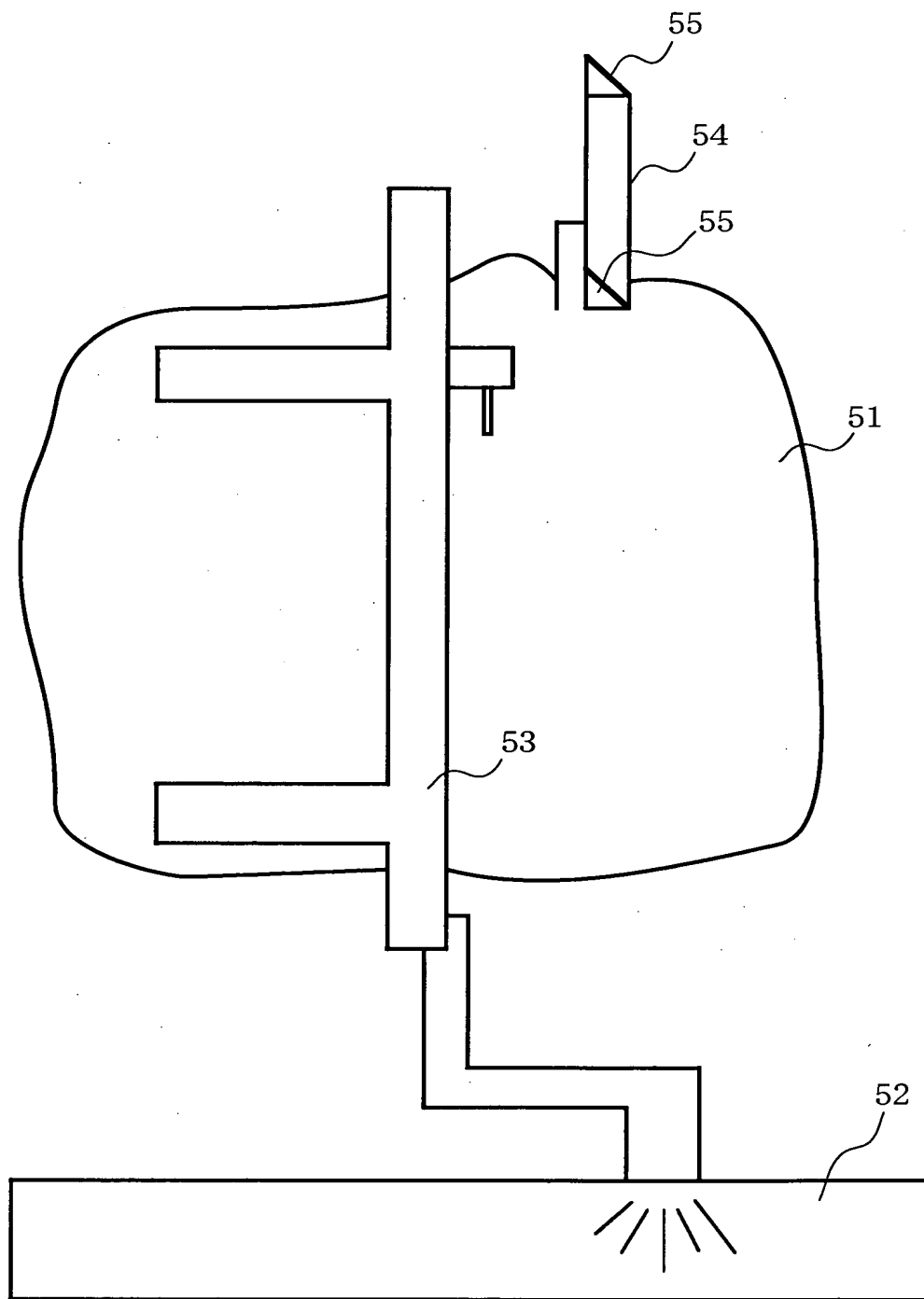




【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 頭部領域に対する放射線照射治療には有効であるが、呼吸などの体動による影響が頭部領域に比べ大きく、照射ターゲットの位置や方向関係が変化し続ける腹部臓器内などの体幹部領域では放射線照射の精度が劣化するという課題があった。

【解決手段】 各構成部の相対的な位置及び方向関係を算出する位置方向計測手段と、この位置方向計測手段の算出結果と照射ターゲット画像撮像手段が撮像した画像の照合結果とに基づいて、画像中の照射ターゲット領域の位置及び方向関係を求め、これを反映させた放射線照射条件に修正する照射条件修正手段と、この照射条件修正手段が修正した放射線照射条件に基づいて照射ターゲット領域に対する放射線の照射を制御する制御手段とを備える。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006013]

1. 変更年月日 1990年 8月24日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号  
氏 名 三菱電機株式会社